

ENGLISH TRANSLATION

of the German Patent Specification No. DE 199 05 638 C1

Hydrogen permeation layer structure

The invention relates to a hydrogen permeation layer structure comprising a selectively hydrogen-permeable metal foil layer and woven-like or porous support layers for supporting the metal foil layer on each side.

According to the invention the one support layer has a coarser layer structure suitable for accommodating volumetric expansion bulges of the metal foil layer, whereas the other support layer has a finer structure.

It is used, for example, to selectively separate hydrogen from the product gas mixture of a hydrogen generating reaction of hydrocarbon or hydrocarbon derivative in fuel cell vehicles.

2/9

Description

The invention relates to a hydrogen permeation layer structure according to the preamble of claim 1. Such a layer structure serves to selectively transport only the hydrogen from a hydrogenous material mixture situated on the one side of the layer structure through the layer structure to the other side of the layer structure by means of corresponding diffusion processes and to separate the hydrogen from the rest of the substances of the material mixture in this way. The selective hydrogen transport through the layer structure is effected by the selectively hydrogen-permeable metal foil layer. In order to obtain a capability of sufficient hydrogen diffusion and to require a minimum of the mostly cost-intensive metal foil material a small thickness for the metal foil layer is desirable. Therefore, the support layers adjacent on each side serve to support the mostly very thin metal foil layer on each side.

Such a hydrogen permeation layer structure is described in the laid-open publication DE 33 32 348 A1. In this structure each of the two support layers consists at least of a fine-meshed metal net or metal fabric being adjacent to the metal foil layer and having a mesh size of up to a maximum of 50µm. The mesh size is chosen there such that, when there is a pressure drop during operation, a sagging of the metal foil layer is avoided between both sides. The metal foil layer preferably has a thickness of between about 10µm and 30µm. In a multilayer construction the respective support layer can additionally contain a coarser supporting framework on the fine-meshed metal net or metal fabric; this can, for example, be a support pipe formed by wires or a coarse metal net. In order to achieve a higher compression resistance and to fix the metal foil layer in

3/9

case of large areas the layer structure can be designed in a bellow-like manner. As an alternative, instead of the fine-meshed metal fabric there can be used a perforated metal sheet having correspondingly fine holes generated by means of a electron beam or a laser beam.

Hydrogen permeation layer structures are used, as is known, as separating membranes consisting, for example, of a precious metal to selectively separate hydrogen from the product gas of a hydrogen supplying reforming reaction of a hydrocarbon or hydrocarbon derivative. The partition wall can directly form a limiting wall of the reforming reaction space or can be provided in a gas purifying stage succeeding the reforming reaction space. Gas purifying systems of this kind are disclosed, for example, in the patent specifications US 5.645.626 and US 5.498.278. Reforming plants of this kind are used, for example, in fuel cell vehicles having hydrogen-operated fuel cells so as to prepare the required hydrogen from a fuel carried in liquid form, such as methanol. In this use there is an overpressure during operation on the side of the product gas, i.e. on the hydrogen inlet side of the separating membrane. In order to support the metal foil layer against this pressure drop it is useful to provide a fine-meshed or fine-pored support layer adjacent to the opposing side of the product gas of the metal foil layer. The selective hydrogen diffusion effect of the metal foil layer mostly consisting of a precious metal consists in selectively storing the hydrogen into the interstices of the metal mesh of the foil layer. This storage leads to a corresponding volumetric expansion of the mesh. It was observed that the volumetric expansion of the metal foil layer can be so strong that it bulges, supported by the fine-meshed support layer arranged on the hydrogen outlet side of the metal foil layer, towards the pressure side of the gas mixture.

4/9

With a further increase in pressure on the side of the material mixture there is then the risk of the metal foil layer breaking by buckling.

The object of the invention is, as a technical problem, to provide a hydrogen permeation layer structure of the kind mentioned at the beginning, in which the metal foil layer is capable of reliably fulfilling its selective hydrogen diffusion effect without any risk of buckling and breaking in response to volumetric expansion due to intercalated hydrogen.

The problem can be solved by the invention by providing a hydrogen permeation layer structure comprising the features of claim 1. In this layer structure the metal foil layer is supported by support layers on each side, wherein the one support layer characteristically has a coarser layer structure suitable for accommodating volumetric expansion bulges of the metal foil layer, whereas the other support layer has a finer layer structure. During operation a defined volumetric expansion of the metal foil layer can, therefore, be effected into the free mesh size or into the pores of the support layer having, to this end, the correspondingly coarser layer structure. The suitably chosen mesh size or pore size determines the degree of allowed volumetric expansion of the metal foil layer. By allowing a certain degree of volumetric expansion, material tensions in the metal foil layer can be equally distributed and too high tension loads can be avoided. On the other hand, the coarser support layer prevents the metal foil layer from bulging too strongly, which could lead to the risk of buckling and breaking. On the opposing side the other support layer having the finer layer structure functions as an equally supporting layer, the finer layer structure thereof resulting in the metal foil layer not

5/9

buckling into it or not buckling to the extent comparable to that into the opposing coarser support layer.

In further development of the invention according to claim 2 the support layer having the coarser layer structure forms the support of the metal foil layer on the hydrogen inlet side thereof, i.e. on the side of the material mixture containing the hydrogen to be separated. Since this side is usually under higher pressure than the opposing hydrogen outlet side or hydrogen collecting side, the support layer having the finer layer structure serves to equally support the hydrogen outlet side of the metal foil layer against the overpressure on the side of the material mixture.

In a further embodiment of the invention the coarser layer structure is formed, according to claim 3, by a support fabric or a porous support body having a mesh size or pore size of more than 0,1 mm, preferably having a mesh size or pore size in the range of between about 1 mm and 10 mm. It reveals that, in general, this scale of the mesh size or pore size is particularly favorable to accommodate the volumetric expansion of the metal foil layer just in the desired degree such that, on the one hand, a certain volumetric expansion is made possible and, on the other hand, a too strong bulging is prevented.

An advantageous embodiment of the invention is shown in the drawing and described in the following.

The only figure shows a schematic sectional view through a hydrogen permeation layer structure comprising a metal foil layer supported on each side.

6/9

The shown hydrogen permeation layer structure comprises, as a central component, a selectively hydrogen-permeable metal foil layer 1 of conventional composition and structure. It preferably consists of a precious metal. Its selective hydrogen permeability is based on the fact that it only lets hydrogen pass through it by means of diffusion, wherein the hydrogen can be intercalated into the interstices of its metal mesh and, in this way, can move from a hydrogen inlet side having a higher hydrogen partial pressure to the opposing hydrogen outlet side having a lower hydrogen partial pressure. The hydrogen storage leads to a volumetric expansion of the metal mesh.

In order to support the metal foil layer on each side, the hydrogen permeation layer structure contains woven-like or porous support layers 2, 3 on each of the two sides of the metal foil layer 1. Each of the support layers 2, 3 has considerably different mesh sizes or pore sizes. In the shown case, in which the two support layers 2, 3 are formed by support fabric structures, the one more fine-meshed support fabric layer 2 shown below in the figure has a mesh size a being many times smaller than the mesh size b of the other coarser support fabric layer 3 shown above in the figure. Each of the support layers 2, 3 consists of metallic, plastics, ceramic, glass or polymer materials being deposited as fabric, as shown, or alternatively, as porous body on the membrane-like metal foil layer 1.

The figure shows the hydrogen permeation layer structure in a situation of application for selectively separating hydrogen contained in a material mixture which is supplied with a pressure P_1 to the upper side 4 of the figure of the metal foil layer 1 functioning as hydrogen separating membrane. The hydrogen outlet side 5 opposing this hydrogen inlet side 4 and forming a hydrogen collecting space is

7/9

under an accordingly lower (hydrogen) pressure P_2 , i.e. it applies $P_1 > P_2$. The layer 2 having the finer support layer safely supports the hydrogen separating membrane 1 against the pressure effect subject to this pressure drop $\Delta P = P_1 - P_2$.

By the hydrogen intercalation and the volumetric expansion of the metal mesh connected therewith the metal foil layer 1 attempts to expand, when it is in use. The support fabric layer 3 on the hydrogen inlet side allows this volumetric expansion of the metal foil layer 1 to a certain degree determined by its mesh size b , i.e. it allows the metal foil layer 1 to expand to a certain degree towards the hydrogen inlet side 4 in the form of bulges 6. The bulges 6 can be formed, as shown, with the (mesh size) periodicity of the coarser support fabric layer 3. The mesh size a of the finer support fabric layer 2 is, however, chosen such that no bulges worth mentioning of the metal foil layer 1 into this layer occur. The bulging of the metal foil layer 1 only towards the side being under the higher pressure P_1 has the advantage that it acts against the pressure effect on the metal foil layer 1 subject to the pressure drop ΔP .

By the coarser support fabric layer 3 allowing the defined bulging of the metal foil layer 1, high inner material tensions in this layer can be avoided, as they could occur, if the metal foil layer 1 was also supported on the hydrogen inlet side by a fine-meshed or fine-pored support layer having a similarly low mesh size or pore size as the support layer 2 on the opposing hydrogen outlet side 5. Simultaneously, the coarse support fabric layer 3 prevents the metal foil layer 1 from bulging too strongly, wherein the allowed maximum degree of bulging can be determined by selecting a suitable mesh

8/9

size b for this coarser support fabric layer 3. Thus, it can be reliably prevented that buckles and corresponding mechanical tension peaks are formed, risking a break of the metal foil layer 1. To this end, the mesh size b of the coarser support fabric layer 3 is selected in a range larger than 0,1 mm. It reveals that a mesh size b in the range of between 1 mm and about 10 mm leads to particularly satisfactory results. In doing so, the respectively most favorable mesh size b can be selected in accordance with the material and thickness of the metal foil layer 1.

The shown hydrogen permeation layer structure can, for example, be used in hydrogen generating plants of fuel cell vehicles, the fuel cells thereof being operated with hydrogen, which is prepared from a carried fuel, such as methanol, by a corresponding reaction, for example by a water vapor reforming reaction. The hydrogen permeation layer structure can directly form, as a selectively hydrogen-separating partition wall, a limiting wall of a corresponding reaction space or can be installed, as a hydrogen separating wall, into a gas purifying stage succeeding the reaction space. In this case, the hydrogenous product gas mixture which is formed during the reaction and has the gas mixture pressure P_1 being typically above atmospheric pressure, is situated on the hydrogen inlet side 4, whereas the pressure P_2 in the opposing hydrogen collecting space 5 is typically under atmospheric pressure or below. Due to the hydrogen permeation layer structure the hydrogen can be highly selectively separated from the rest of the components of the product gas mixture, in particular from the carbon monoxide contained therein, which is harmful for the fuel cells.

9/9

Claims

1. A hydrogen permeation layer structure comprising
 - a selectively hydrogen hydrogen-permeable metal foil layer (1) and
 - woven-like or porous support layers (2,3) for supporting said metal foil layer on each side,characterized in that the one support layer (3) has a coarser layer structure suitable for accommodating volumetric expansion bulges (6) of said metal foil layer (1) and the other support layer (2) has, in contrast, a finer layer structure.
2. A hydrogen permeation layer structure according to claim 1, characterized in that said support layer (3) situated on the hydrogen inlet side (4) of said metal foil layer (1) is that one having the coarser layer structure.
3. A hydrogen permeation layer structure according to claim 1 or 2, characterized in that said support layer (3) having the coarser layer structure is formed by a support fabric or a porous support body having a mesh size or pore size of more than 0,1 mm, preferably in the range of between about 1 mm and about 10 mm.



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 199 05 638 C 1

⑥ Int. Cl.7:
B 01 D 69/10
C 01 B 3/58

⑦ Aktenzeichen: 199 05 638.2-44
⑧ Anmeldetag: 11. 2. 1999
⑨ Offenlegungstag: -
⑫ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 8. 6. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑮ Patentinhaber:
DBB Fuel Cell Engines GmbH, 73230 Kirchheim, DE

⑰ Erfinder:
Wieland, Steffen, Dipl.-Ing., 70180 Stuttgart, DE;
Poschmann, Thomas, Dipl.-Phys., 89073 Ulm, DE

⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 33 32 348 A1

⑤ Wasserstoffpermeationsschichtaufbau

⑥ Die Erfindung bezieht sich auf einen Wasserstoffpermeationsschichtaufbau mit einer selektiv wasserstoffdurchlässigen Metallfoliensicht und je einer gewebeartigen oder porösen Stützsicht zur beidseitigen Abstützung der Metallfoliensicht.
Erfindungsgemäß besitzt die eine Stützsicht eine gröbere, zur Aufnahme von Volumendehnungswölbungen der Metallfoliensicht geeignete Schichtstruktur, während die andere Stützsicht eine demgegenüber feinere Schichtstruktur aufweist.
Verwendung z. B. zur selektiven Wasserstoffabtrennung aus dem Produktgasgemisch einer wasserstoffbildenden Umsetzungsreaktion eines Kohlenwasserstoffs oder Kohlenwasserstoffderivats in Brennstoffzellenfahrzeugen.

DE 19905638 C.1

DE 199 05 638 C 1

DE 199 05 638 C 1

1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Wasserstoffpermeationsschichtaufbau nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solcher Schichtaufbau dient dazu, von einem wasserstoffhaltigen Stoffgemisch, das auf einer Seite des Schichtaufbaus ansteht, selektiv nur den Wasserstoff mittels entsprechender Diffusionsprozesse durch den Schichtaufbau hindurch zur anderen Seite des Schichtaufbaus zu transportieren und auf diese Weise den Wasserstoff von den übrigen Substanzen des Stoffgemischs abzutrennen. Der selektive Wasserstofftransport durch den Schichtaufbau hindurch wird von der selektiv wasserstoffdurchlässigen Metallfolienschiicht bewirkt. Um ein ausreichendes Wasserstoffdiffusionsvermögen zu erhalten und mit möglichst wenig des meist kostenintensiven Metallfolienmaterials auszukommen, ist eine geringe Dicke für die Metallfolienschiicht wünschenswert. Die beidseitig angrenzenden Stützschiichten dienen daher der beidseitigen Abstützung der meist sehr dünnen Metallfolienschiicht.

Ein derartiger Wasserstoffpermeationsschichtaufbau ist in der Offenlegungsschrift DE 33 32 348 A1 beschrieben. Bei ihm bestehen die beiden Stützschiichten jeweils mindestens aus einem an die Metallfolienschiicht angrenzenden, feinmaschigen Metallnetz oder Metallgewebe mit einer Maschenweite von maximal 50 µm. Die Maschenweite ist dort so gewählt, daß bei einem im Betrieb bestehenden Druckgefälle zwischen den beiden Seiten des Schichtaufbaus ein Durchsacken der Metallfolienschiicht vermieden wird. Die Metallfolienschiicht besitzt vorzugsweise eine Dicke zwischen etwa 10 µm und etwa 30 µm. Die jeweilige Stützschiicht kann in einer mehrlagigen Ausführung zusätzlich auf dem feinmaschigen Metallnetz oder Metallgewebe ein Tragwerk mit größerer Struktur beinhalten, z. B. ein aus Drähten gebildetes Stützrohr oder ein grobes Metallnetz. Zur Erzielung einer höheren Druckfestigkeit und zur Fixierung der Metallfolienschiicht im Fall großer Flächen kann der Schichtaufbau faltenbalgähnlich gestaltet sein. Alternativ kann statt des feinmaschigen Metallgewebes ein gezeichnetes Metallblech mit entsprechend feinen, mittels Elektronen- oder Laserstrahl erzeugten Löchern verwendet werden.

Wasserstoffpermeationsschichtaufbauten werden bekanntermaßen als z. B. aus einem Edelmetall bestehende Abtrennmembranen zur selektiven Abtrennung von Wasserstoff aus dem Produktgas einer wasserstoffliefernden Reformierungsreaktion eines Kohlenwasserstoffs oder Kohlenwasserstoffderivats verwendet. Die Trennwand kann hierbei direkt eine Begrenzungswand des Reformierungsreaktionsraums bilden oder in einer dem Reformierungsreaktionsraum nachgeschalteten Gasreinigungsstufe vorgesehen sein. Gasreinigungssysteme dieser Art sind z. B. in den Patentschriften US 5.645.626 und US 5.498.278 offenbart. Reformierungsanlagen dieser Art werden z. B. in Brennstoffzellenfahrzeugen mit wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen eingesetzt, um den benötigten Wasserstoff aus einem flüssig mitgeführten Brennstoff, wie Methanol, zu gewinnen. Bei dieser Anwendung herrscht im Betrieb ein Überdruck auf der Produktgasseite, d. h. der Wasserstoffeintrittsseite der Abtrennmembran. Um die Metallfolienschiicht gegen dieses Druckgefälle abzustützen, ist es zweckmäßig, eine an die produktgasabgewandte Seite der Metallfolienschiicht angrenzende, feinmaschige bzw. feinporige Stützschiicht vorzusehen. Die selektive Wasserstoffdiffusionswirkung der meist aus einem Edelmetall bestehenden Metallfolienschiicht besteht darin, daß der Wasserstoff selektiv in die Zwischengitterplätze des Metallgitters der Folienschicht eingelagert wird. Diese Einlagerung führt zu einer entsprechenden Volumendehnung des Gitters. Es wurde beobach-

2

tet, daß die Volumendehnung der Metallfolienschiicht so stark sein kann, daß sie sich getragen von der feinmaschigen, an der Wasserstoffaustrittsseite der Metallfolienschiicht angeordneten Stützschiicht zur Gasgemisch-Druckseite hin aufwölbt. Mit weiterer Druckerhöhung auf der Stoffgemischseite besteht dann die Gefahr, daß die Metallfolienschiicht unter Knicken bricht.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Wasserstoffpermeationsschichtaufbaus der eingangs genannten Art zugrunde, bei dem die Metallfolienschiicht ihre selektive Wasserstoffdiffusionswirkung ohne Knick- und Bruchgefahr aufgrund von Volumendehnung durch eingelagerten Wasserstoff zuverlässig zu erfüllen vermag.

Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Wasserstoffpermeationsschichtaufbaus mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bei diesem Schichtaufbau ist die Metallfolienschiicht beidseitig durch je eine Stützschiicht abgestützt, wobei charakteristischerweise die eine Stützschiicht eine größere, zur Aufnahme von Volumendehnungswölben der Metallfolienschiicht geeignete Schichtstruktur aufweist, während die andere Stützschiicht eine demgegenüber feinere Schichtstruktur besitzt. Im Betrieb kann daher eine definierte Volumendehnung der Metallfolienschiicht in die freie Maschenweite bzw. in die Poren der zu diesem Zweck die entsprechend größere Schichtstruktur aufweisenden Stützschiicht erfolgen. Die geeignet gewählte Maschen- bzw. Porenweite bestimmt das Maß an zugelassener Volumendehnung der Metallfolienschiicht. Indem ein gewisses Maß an Volumendehnung zugelassen wird, können Materialspannungen in der Metallfolienschiicht gleichmäßig verteilt und zu hohen Spannungsbelastungen vermieden werden. Andererseits verhindert die größere Stützschiicht eine zu starke Aufwölbung der Metallfolienschiicht, die zur Knick- und Bruchgefahr führen könnte. Auf der gegenüberliegenden Seite fungiert die andere Stützschiicht mit der feineren Schichtstruktur als gleichmäßig stützende Schicht, deren feinere Schichtstruktur zur Folge hat, daß sich die Metallfolienschiicht nicht oder jedenfalls nicht in dem Maß in sie hineinwölbt wie in die gegenüberliegende, größere Stützschiicht.

In Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 bildet die Stützschiicht mit der größeren Schichtstruktur die Abstützung der Metallfolienschiicht auf deren Wasserstoffeintrittsseite, d. h. auf der Seite des den abzutrennenden Wasserstoff enthaltenden Stoffgemischs. Da diese Seite üblicherweise auf höherem Druck als die gegenüberliegende Wasserstoffaustritts- bzw. Wasserstoffsammelnde liegt, dient dann die Stützschiicht mit der feineren Schichtstruktur zur gleichmäßigen wasserstoffaustrittsseitigen Abstützung der Metallfolienschiicht gegen den Überdruck auf der Stoffgemischseite.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist nach Anspruch 3 die größere Schichtstruktur von einem Stützgewebe oder einem porösen Stützkörper mit einer Maschen- bzw. Porenweite von mehr als 0,1 mm gebildet, bevorzugt mit einer Maschen- bzw. Porenweite zwischen etwa 1 mm und etwa 10 mm. Es zeigt sich, daß diese Größenordnung der Maschen- bzw. Porenweite im allgemeinen besonders günstig ist, die Volumendehnung der Metallfolienschiicht gerade im gewünschten Maß so aufzunehmen, daß einerseits eine gewisse Volumendehnung ermöglicht und andererseits ein zu starkes Aufwölben verhindert wird.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

Die einzige Figur zeigt eine schematische ausschnittsweise Schnittansicht durch einen Wasserstoffpermeations-

DE 199 05 638 C 1

3

schichtaufbau mit beidseitig abgestützter Metallfolien-schicht.

Der gezeigte Wasserstoffpermeationsschichtaufbau weist als zentrale Komponente eine selektiv wasserstoffdurchlässige Metallfolienschi- 1
cht 1 herkömmlicher Zusammens-
etzung und Struktur auf. Vorzugsweise besteht sie aus einem
Edelmetall. Ihre selektive Wasserstoffdurchlässigkeit beruht
darauf, daß sie nur Wasserstoff mittels Diffusion durch sie
hindurchtreten läßt, wobei der Wasserstoff in die Zwischen-
gitterplätze ihres Metallgitters eingelagert und auf diese
Weise von einer Wasserstoffeintrittsseite mit höherem Was-
serstoffpartialdruck zur gegenüberliegenden Wasserstoff-
austrittsseite mit niedrigerem Wasserstoffpartialdruck wan-
dern kann. Die Wasserstoffeinlagerung führt zu einer Volum-
en- 10
dehnung des Metallgitters.

Um die Metallfolienschi- 1
cht beidseitig abzustützen, be-
inhaltet der Wasserstoffpermeationsschichtaufbau auf jeder
der beiden Seiten der Metallfolienschi- 1
cht 1 je eine gewebe-
artige oder poröse Stützschicht 2, 3. Die beiden Stützschich-
ten 2, 3 haben dabei deutlich unterschiedliche Maschen-
bzw. Porenweiten. So besitzt im gezeigten Fall, in welchem
die beiden Stützschichten 2, 3 von Stützgewebestrukturen
gebildet sind, die eine, in der Figur untere, feinmaschigere
Stützgewebeschi- 2
cht 2 eine Maschenweite a, die um ein Viel-
faches kleiner ist als die Maschenweite b der anderen, in der
Figur oberen, grobmaschigeren Stützgewebeschi- 3
cht 3. Beide Stützschichten 2, 3 bestehen aus einem Metall-,
Kunststoff-, Keramik-, Glas- oder Polymermaterial, das als
Gewebe, wie gezeigt, oder alternativ als poröser Körper auf
die membranartige Metallfolienschi- 1
cht 1 aufgebracht ist.

Die Figur zeigt den Wasserstoffpermeationsschichtaufbau
in einer Gebrauchssituation zur selektiven Abtrennung von
Wasserstoff, der in einem Stoffgemisch enthalten ist, das der
in der Figur oberen Seite 4 der als Wasserstoffabtrennmem-
bran fungierenden Metallfolienschi- 1
cht 1 mit einem Druck
 P_1 zugeführt wird. Die dieser Wasserstoffeintrittsseite 4 ge-
genüberliegende, einen Wasserstoffsammelraum bildende
Wasserstoffaustrittsseite 5 steht unter einem entsprechend
niedrigeren (Wasserstoff-)Druck P_2 , d. h. es gilt $P_1 > P_2$. Die
Schicht 2 mit der feineren Stützstruktur stützt die Wasser-
stoffabtrennmembran 1 sicher gegen die von diesem Druck-
gefälle $\Delta P = P_1 - P_2$ bedingte Druckkraftwirkung ab.

Durch die Wasserstoffeinlagerung und die damit verbun-
dene Volumende- 45
hnung des Metallgitters hat die Metallfo-
lienschi- 1
cht 1 im Gebrauch das Bestreben, sich auszudehnen.
Die wasserstoffeintrittsseitige Stützgewebeschi- 3
cht 3 läßt diese Volumenausdehnung der Metallfolienschi- 1
cht 1 in einem gewissen, durch ihre Maschenweite b bestimmten Maß
zu, d. h. sie erlaubt ein gewisses Ausdehnen der Metallfo-
lienschi- 1
cht 1 in Form von Aufwölbungen 6 zur Wasserstoff-
eintrittsseite 4 hin. Die Aufwölbungen 6 können sich, wie
gezeigt, mit der (Maschenweiten-)Periodizität der größeren
Stützgewebeschi- 3
cht 3 bilden. Die Maschenweite a der feine-
ren Stützgewebeschi- 2
cht 2 ist hingegen so gewählt, daß keine
nennenswerten Aufwölbungen der Metallfolienschi- 1
cht 1 in diese hinein auftreten. Das Aufwölben der Metallfolien-
schicht 1 nur zur Seite mit dem höheren Druck P_1 hin hat
den Vorteil, daß sie der durch das Druckgefälle ΔP beding-
ten Druckkraftwirkung auf die Metallfolienschi- 1
cht 1 entge-
genwirken.

Indem die größere Stützgewebeschi- 3
cht 3 das definierte
Aufwölben der Metallfolienschi- 1
cht 1 zuläßt, lassen sich
hohe innere Materialspannungen in derselben vermeiden,
wie sie auftreten könnten, wenn die Metallfolienschi- 1
cht 1 auch auf der Wasserstoffeintrittsseite von einer feinmaschi-
gen bzw. feinporigen Stützschicht mit einer ähnlich gerin-
gen Maschen- bzw. Porenweite wie die Stützschicht 2 auf
der gegenüberliegenden Wasserstoffaustrittsseite 5 abge-
65

4

stützt würde. Gleichzeitig verhindert die grobmaschige
Stützgewebeschi- 3
cht 3 ein zu starkes Aufwölben der Metall-
folienschi- 1
cht 1, wobei das maximal erlaubte Maß an Auf-
wölbung durch Wahl einer geeigneten Maschenweite b für
diese größere Stützgewebeschi- 3
cht 3 festgelegt werden kann.
Damit läßt sich die Bildung von Knicken und entsprechen-
den mechanischen Spannungsspitzen mit der Gefahr eines
Bruchs der Metallfolienschi- 1
cht 1 zuverlässig verhindern.
Hierfür ist die Maschenweite b der größeren Stützgewe-
beschi- 3
cht 3 größer als 0,1 mm gewählt. Es zeigt sich, daß eine
Maschenweite b zwischen 1 mm und etwa 10 mm zu beson-
ders zufriedenstellenden Resultaten führt. Dabei kann die je-
weils günstigste Maschenweite b in Abhängigkeit von Ma-
terial und Dicke der Metallfolienschi- 1
cht 1 gewählt werden.

Der gezeigte Wasserstoffpermeationsschichtaufbau ist
beispielsweise in Wasserstoffherstellungsanlagen von
Brennstoffzellenfahrzeugen verwendbar, deren Brennstoff-
zellen mit Wasserstoff betrieben werden, welcher fahrzeug-
seitig aus einem mitgeführten Brennstoff, wie Methanol,
durch eine entsprechenden Umsetzungsreaktion gewonnen
wird, z. B. durch eine Wasserdampfreformierungsreaktion.
Der Wasserstoffpermeationsschichtaufbau kann dabei als
selektiv wasserstoffabtrennende Trennwand direkt eine Be-
grenzungswand eines entsprechenden Reaktionsraums bil-
den oder als Wasserstoffabtrennwand in einem dem Reakti-
onsraum nachgeschaltete Gasreinigungsstufe eingebaut
sein. Auf der Wasserstoffeintrittsseite 4 steht in diesem Fall
das bei der Umsetzungsreaktion gebildete, wasserstoffrei-
che Produktgasgemisch mit typischerweise über Atmosphä-
rendruck liegendem Gasgemischdruck P_1 an, während der
Druck P_2 im gegenüberliegenden Wasserstoffsammelraum 5
typischerweise auf Atmosphärendruck oder darunter liegt.
Durch den Wasserstoffpermeationsschichtaufbau läßt sich
der Wasserstoff hoch selektiv von den übrigen Bestandteilen
des Produktgasgemisches abtrennen, insbesondere von
darin enthaltenem, für die Brennstoffzellen schädlichem
Kohlenmonoxid.

Patentansprüche

1. Wasserstoffpermeationsschichtaufbau mit
 - einer selektiv wasserstoffdurchlässigen Metallfolienschi- 1
cht 1 und
 - je einer gewerbear- 2
tigten oder porösen Stütz-
schicht (2, 3) zur beidseitigen Abstützung der Metallfolien-
schicht, dadurch gekennzeichnet, daß
 - die eine Stützschicht (3) eine größere, zur Auf-
nahme von Volumende- 6
hnungswölbungen (6) der
Metallfolienschi- 1
cht 1 geeignete Schichtstruktur
und die andere Stützschicht (2) eine damgegen-
über feinere Schichtstruktur aufweist.
2. Wasserstoffpermeationsschichtaufbau nach An-
spruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die auf
der Wasserstoffeintrittsseite (4) der Metallfolienschi- 1
cht 1 gelegene Stützschicht (3) diejenige mit der größe-
ren Schichtstruktur ist.
3. Wasserstoffpermeationsschichtaufbau nach An-
spruch 1 oder 2, weiter dadurch gekennzeichnet, daß
die Stützschicht (3) mit der größeren Schichtstruktur
von einem Stützgewebe oder einem porösen Stütz-
körper mit einer Maschen- bzw. Porenweite von mehr als
0,1 mm, bevorzugt zwischen etwa 1 mm und etwa
10 mm, gebildet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

Int. Cl.7:

Veröffentlichungstag:

DE 199 06 638 C1

B 01 D 69/10

8. Juni 2000

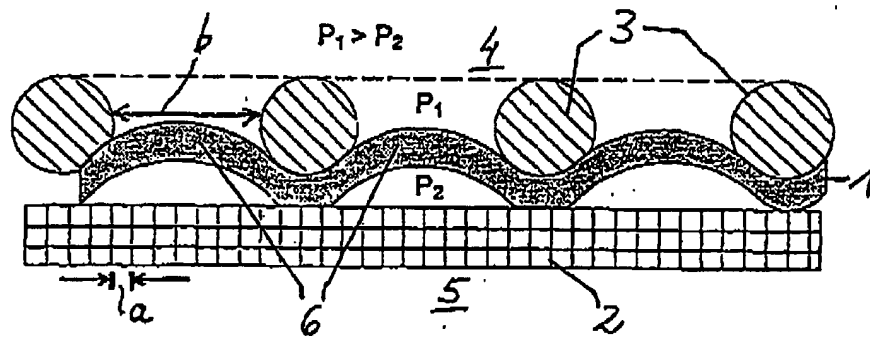


Fig.